

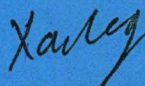
ХАЛЕД КАИД ШАФЕЛЬ АЛИ

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И
РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ПРОГРАММ ДУАЛЬНОЙ
АДАПТИРОВАННОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ**

05.13.18 Математическое моделирование,
численные методы и комплексы программ

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук



Казань – 2008

Работа выполнена в Татарском Государственном Гуманитарно-Педагогическом Университете.

Научные руководители:

кандидат педагогических наук,
доцент Галеев Велер Нуретдинович

доктор физико-математических наук,
профессор Игнатъев Юрий Геннадиевич

Официальные оппоненты:

доктор технических наук,
профессор Емалетдинова Лилия Юнеровна

доктор педагогических наук,
профессор Нуриев Наиль Кашапович

Ведущая организация:

Московский городской педагогический
университет

Защита состоится « 6 » июня 2008 г. в 14.00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.079.01 в Казанском государственном техническом университете им. А.Н. Туполева по адресу: 420111, г. Казань, ул. К. Маркса, 10, зал заседаний Учёного совета.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева.

Автореферат разослан « » 2008 г.



Ученый секретарь диссертационного совета
доктор физико-математических наук, профессор

A handwritten signature in black ink, appearing to read "П.Г. Данилаев".

П.Г. Данилаев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Ускорение темпов научно - технического прогресса, увеличение потоков информации, все большая дифференциация труда и появление новых специальностей привели к необходимости широкого внедрения дистанционных автоматизированных систем обучения.

В связи этим актуальной является проблема адекватности замены преподавателя адаптированной обучающей системой. При непосредственном взаимодействии опытный преподаватель отслеживает психоэмоциональное и психофизиологическое состояние обучаемого, перестраивая многие параметры учебного процесса - степень углубленности изучения предмета, стиль и скорость подачи учебного материала, соотношение монолога и диалога, степень использования демонстрационных средств и т.п. Но в ситуации дистанционного взаимодействия возможности непосредственного изучения состояния учащегося существенно сокращаются, и особенно сильно это проявляется в дистанционном тестировании. Следовательно, существует задача разработки инструментария, позволяющего контролировать психоэмоциональное и психофизиологическое состояние обучаемого в процессе тестирования. Усилия многих исследователей в настоящее время как раз и направлены на создание интеллектуальных обучающих систем, основанных на интегрированных методологиях психологических, дидактических и педагогических исследований по моделированию поведения человека в процессе обучения, а также на методы инженерии знаний.

Научная задача диссертационной работы. Разработка и исследования дуальных адаптированных обучающих систем и их реализация в учебном процессе.

Цель работы. Построение математических моделей, создание программного комплекса дуальной адаптированной обучающей системы (ДАОС) для организации учебного процесса в сети и оценки качества обучения с учетом как познавательных, так и психоэмоциональных факторов обучающихся. Решение общей научной задачи и достижение поставленной цели связывается с решением следующих частных задач:

- Разработка инструментов и методов имитационного моделирования автоматизированных обучающих систем с целью их исследования;
- Проведение на основе разработанных инструментов и методов имитационного моделирования различных моделей автоматизированных обучающих систем;
- Разработка математической модели для выбора форм учебных материалов и тестирования в зависимости от психологического типа обучаемых;
- Разработка математической модели процесса обучения, учитывающей, как познавательные (когнитивные), так и психоэмоциональные факторы обучающихся;
- Разработка в соответствии с требованиями полученной математической модели структуры электронных учебных материалов в виде системы дифференцированных тестов, учитывающих психоэмоциональные характеристики обучающихся;
- Разработка принципиальной структуры дуальной адаптированной обучающей системы и обобщенного алгоритма функционирования ДАОС, структуры подсистем ДАОС и алгоритмов функционирования подсистем ДАОС;
- Разработка программного комплекса, реализующего алгоритмы дуальной системы тестирования;

- Проверка эффективности ДАОС в учебном процессе.

Методы исследования. Решение указанных задач проводилось на основе системного анализа, математического моделирования дискретных систем, теории графов, теории конечных автоматов, методы математической статистики, теории сплайнов, информатики и объектно-ориентированного программирования, методы экспертных оценок и гибридных экспертных систем, методы психологического тестирования. Для программной реализации алгоритмов использован аппарат численного математического моделирования и пакеты прикладных программ компьютерной математики.

Научная новизна работы. В диссертации получены следующие новые результаты:

- Разработаны методы и программные средства с графической обработкой результатов имитационного моделирования моделей АОС на основе теории сплайнов;
- Построена математическая модель дуальных адаптированных обучающих систем на основе дискретной математики и теории конечных автоматов;
- Проведено имитационное моделирование математических моделей дуальных адаптированных обучающих систем. При этом установлено, что стандартные математические модели АОС недостаточно адекватно моделируют учебный процесс;
- Разработана статистическая психологическая модель обучаемых, позволяющая определять оптимальные формы учебного материала и тестирования для конкретных типов темперамента обучаемых;
- Созданы алгоритмы и структура ДАОС, основанной на учете как когнитивной, так и психоэмоциональной оценке обучаемого, его темперамента;

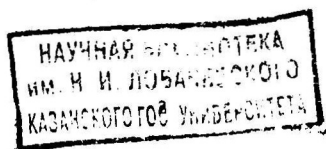
Достоверность результатов работы обусловлена корректностью построения математических моделей, основанных на современных представлениях о процессе адаптированного обучения, а также использованием современных методов и средств моделирования. Разработанный программный комплекс дуальной адаптированной обучающей системы реализован в учебном процессе.

Практическая значимость. Полученные в диссертации результаты позволяют использовать их в организации сетевого обучения и тестирования в высших и средних профессиональных образовательных учреждениях, а также при построении и исследовании математических моделей дуальных адаптированных обучающих систем.

Результаты диссертации внедрены в учебный процесс Татарского государственного гуманитарно-педагогического университета (г. Казань). ДАОС применяется в Республиканском центре маркетинговых исследований, консалтинга и обучения (г. Казань) а также в Аденском университете Республики Йемен.

На защиту выносятся следующие результаты:

- математическая модель адаптивных обучающих систем на основе дискретной математики и теории конечных автоматов и программные средства имитационного моделирования математических моделей АОС с графической обработкой результатов моделирования на основе теории сплайнов;



- результаты имитационного моделирования и исследования дуальных обучающих систем, обнаружение недостатков стандартной модели обучения, основанной на трехвершинном графе, и модификация ее за счет учета личностных параметров обучающихся и соответствующих обратных связей до пятивершинного графа;
- математическая модель психологического тестирования обучающихся и оптимального выбора форм заданий тестов и форм учебных материалов в соответствии с психологическим темпераментом обучающихся;
- алгоритмы и структура дуальной адаптированной обучающей системы, основанной на учете как когнитивной, так и психоэмоциональной оценке обучаемого, его темперамента;
- программный комплекс дуальной адаптированной обучающей системы и его реализация в учебном процессе.

Апробация работы. Основные результаты работы докладывались на XVI-ой Международной конференции "Информационные технологии в образовании" (Москва, 2006), VI-ой Российской молодежной школы - конференции "Лобачевские чтения-2007" (Казань, 2007), Международной научно - практической конференции "Новые информационные технологии в образовании" (Екатеринбург, 2008), а также на научных семинарах кафедры геометрии и кафедры вычислительной математики и информатики Татарского государственного гуманитарно - педагогического университета.

Публикации. Основное содержание диссертации отражено в 6 печатных работах, их список помещен в конце автореферата. Среди них 2 статьи, из которых 1 в журнале из перечня ВАК и 4 тезисов докладов.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 226 страницах машинописного текста, содержит 94 рисунка и 16 таблиц, состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 154 наименований и четырех приложений.

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновывается актуальность темы диссертации, дается определение цели и задач исследования, приводится перечень основных результатов, выносимых на защиту. Дана структура диссертации.

В настоящее время отмечается достаточно высокий уровень развития фундаментальных исследований в области образования, создания информационных технологий, методов и моделей оценки состояния объектов управления с использованием средств искусственного интеллекта. В этом направлении существенный вклад внесли работы Акоффа Р., Бобко И.М., Владовского И.М, Гавриловой Т.А., Д.А. Поспелова, Г.С. Осипова, А.П. Афанасьева, А.Н. Тихонова, И.Н. Кузнецова, Н.А. Селезневой, А.И. Суббетто, Б.А.Сазонова, Г.А. Атанова, В.В. Попова, И.А.Башмакова, И.В. Макаровой, В.П. Тихомирова, Б.В. Кириличева, И.Л. Надточия, М. Минского, Д. Гилфорда, Дж. Блума, Р. Аткинсона, В. Чалман и др., а также работы в области математического моделирования Н.К. Нуриева, А.В.Соловова, К.А. Крижановского, Д.Б. Леонтьева, Д.В. Рыженковой, В.Ф. Приснякова и др.,

которые создают теоретическую базу для проведения дальнейших исследований в рассматриваемой области.

Большое число работ посвящено внедрению информационных технологий в образовательный процесс, разработке автоматизированных обучающих систем по различным областям знаний, организации дистанционного и сетевого обучения, созданию информационной образовательной среды и электронных учебников. В ряде работ содержатся подходы к разработке методов и алгоритмов для решения анализа качества высшего образования и маркетинговых исследований. Однако, как показывают исследования, в данных разработках недостаточно полно используются современные методы и модели, позволяющие с гораздо большей точностью осуществлять функции интеллектуальной поддержки принятия решений в системах тестирования знаний обучаемых и управления качеством образования в вузе. Следует отметить практическое отсутствие работ по созданию единого подхода к формированию иерархических гибридных моделей оценки качества образования и профессиональной пригодности, включающих различные методы представления знаний, в том числе: аналитические, логико-лингвистические, нейросетевые. Поэтому разработка моделей, методов, алгоритмов и программных комплексов для решения задач оценки качества обучения является современной актуальной проблемой, достаточно далекой от своего окончательного решения. Исследование компьютерных обучающих систем обнаруживает то обстоятельство, что многие из разработанных систем не используют модели процесса обучения, что существенно снижает качество учебного процесса и не позволяет организовывать адаптивное обучение, большинство существующих систем автоматизированного обучения, основанных на моделях, не отображают всю необходимую в учебном процессе информацию, а, как правило, включают только контроль уровня знаний. В то же время немаловажным фактом является тот факт, что при усвоении учебного материала большую роль играют и эмоции обучаемого. Эмоции обучаемого можно рассматривать как еще одну дополнительную сферу, которую необходимо учитывать при создании обучающих систем. В существующих системах автоматизированного обучения редко учитываются психоэмоциональные характеристики обучаемого.

Для учета индивидуальных особенностей предлагается либо контроль памяти обучаемого, его уровень знаний, умений и навыков, либо учет его психоэмоционального состояния в данный момент обучения^{1,2}. Но существующие модели процесса обучения также не в полной мере учитывают факторы, необходимые для осмысленного обучения, такие, как взаимная зависимость семантических модулей и психологические особенности обучающихся, что, на наш взгляд, в первую очередь, связано с отсутствием разработанных математических моделей для отражения таких психоэмоциональных характеристик обучающихся. Таким образом, мы приходим к выводу о необходимости и актуальности создания адаптированной

¹ Ausubel D. P. The psychology of meaningful verbal learning. New York: Grune and Stratton. 1963.

² Пеккер Я.С., Уманский О.С., Бразовская Н.Г., Бразовский К.С. Оценка психофизиологических характеристик обучающегося в системе ДО. Рекомендации для преподавателей. // Открытое и дистанционное образование. - 2001. - №2-4.

обучающей системы, учитывающей как познавательные (когнитивные), так и психоэмоциональные факторы. Такую систему мы будем называть в дальнейшем дуальной адаптированной обучающей системой (ДАОС). Ясно, что для разработки дуальной адаптированной обучающей системы в первую очередь необходимо построить математическую модель процесса обучения, учитывающую психоэмоциональные факторы.

Первая глава «Математические модели обучения и тестирования знаний» посвящена обзору существующих математических моделей процесса обучения, в том числе и адаптированных систем обучения и тестирования знаний, а также изложению основных понятий классификации психологических типов личности. В этой главе содержится также классификация основных компьютерных методов обучения. В Табл.1 отражена известная классификация АСО. Выделены категории, к которым относится ДАОС. К этой классификации добавлена новая категория № 9 относящаяся к учету психологического аспекта в АСО.

Таблица 1

	Основание классификации	№	Тип АСО
1	По решаемым задачам обучения	1.1	Средства теоретической и технологической подготовки
		1.1.1	Компьютерный учебник
		1.1.2	Компьютерная обучающая система
		1.1.3	Компьютерная система контроля знаний
		1.2	Средства практической подготовки
		1.2.1	Компьютерный задачник
		1.2.2	Компьютерные тренажеры
		1.3	Вспомогательные средства
		1.3.1	Компьютерные лабораторные практикумы
		1.3.2	Компьютерные справочники
		1.3.3	Мультимедийные компьютерные занятия
		1.4	Комплексные средства
		1.4.1	Компьютерные учебные курсы
		1.4.2	Компьютерные восстановительные курсы
2	По широте охвата содержания обучения	2.1	Интегральные
		2.2	Неинтегральные
3	По уровню обучения	3.1	Для профессиональной подготовки и повышения квалификации
		3.2	Для высшего профессионального образования
		3.3	Для начального и среднего профессионального образования

4	По использованию телекоммуникационных технологий	3.4	Для школьного образования
		4.1	Локальные
		4.2	Сетевые
		4.2.1	<i>Ориентированные на локальные сети</i>
		4.2.2	<i>Ориентированные на глобальные сети</i>
		4.2.3	Предусматривающие взаимодействие потребителей знаний
5	По формам представления информации	4.2.4	Не предусматривающие взаимодействие потребителей знаний
		5.1	<i>Мультимедийные</i>
6	По характеру модели изучаемого объекта или процесса	5.2	Не мультимедийные
		6.1	Использующие математические (программно реализуемые) модели
		6.2	Использующие физические модели
7	По виду пользовательского интерфейса	6.3	Сопряженные с реальными объектами
		7.1	<i>С традиционным пользовательским интерфейсом</i>
8	По реализации интеллектуальных функции	7.2	Использующие технологии виртуальной реальности
		8.1	Интеллектуальные
		8.1.1	Экспертно-обучающие
		8.1.2	Адаптивные
9	По учету психологических особенностей обучаемого	8.2	Неинтеллектуальные
		9.1	Способность
		9.1.1	Мышление
		9.1.2	Память
		9.2	<i>Темперамент</i>

Вторая глава «Методы и инструменты исследования моделей обучающих систем» посвящена разработке методов исследования моделей дуальных адаптированных обучающих систем (ДАОС) и соответствующего инструментария обработки результатов исследований. В качестве программного средства исследования математических моделей обучающих систем используется широко распространенная программа символьного верификатора моделей NuSMV с открытой архитектурой для верификации моделей и прогноза поведения систем в разных ситуациях и сценариях. Язык NuSMV использует модель взаимодействующих конечных автоматов, что упрощает запись на нем дискретных моделей процесса обучения. Поскольку результаты, полученные при имитационном моделировании АОС с помощью системы NuSMV, имеет вид списка упорядоченных пар числовых данных (x,y), а в пакете NuSMV отсутствует графический интерпретатор, возникла необходимость в разработке программы создания удобной графической среды с помощью системы

компьютерной математики. Поскольку на основе дискретного представления результатов трудно проследить их функциональную зависимость от параметров модели, возникла необходимость интерполяции численных результатов некоторой системой непрерывных функций. Прямая интерполяция с помощью полиномов и метода наименьших квадратов оказалась неприемлемой для целей исследования, поскольку при такой интерполяции заведомо неотрицательная функция может отображаться в области отрицательных значений. Для преодоления этой трудности мы обратились к методам сплайновой интерполяции функций, представленных числовыми данными. Результаты сплайновой интерполяции оказались уже гораздо ближе к действительности, однако, и этот метод не устраняет полностью проблемы с отрицательными значениями функции. Поэтому для достижения лучших результатов были использованы методы В-сплайновой интерполяции функций, которая отличается от обычной сплайновой тем, что позволяет получить сшивку функций в произвольно заданных узлах. В итоге была разработана программная процедура графической обработки и отображения результатов имитационного моделирования АОС с помощью системы NuSMV.

Третья глава «Разработка математической модели процесса обучения» посвящена исследованию дуальных адаптированных обучающих систем с помощью созданных методов и инструментов исследования на основе имитационного моделирования процесса обучения и разработке математической модели ДАОС. В работе Соловова³ был предложен метод построения моделей АОС, использующий средства дискретной математики и теорию графов. Суть метода состоит в следующем. В простейшей модели АОС имеется три параметра: Уровень Обученности – УО, Количество вопросов – В, и количество подсказок – П. Каждый из этих параметров обладает отрицательным или положительным влиянием на другой параметр, факт чего отражается в коэффициентах, сопоставленных дугам графа (Рис.1). Изначально значения $x_1 \dots x_6$ определяются на основании экспертных оценок. Для анализа построенной системы используется идея импульсного процесса, т.е. в какую-либо вершину графа вносится изменения числового значения и исследуется, как эти изменения будут распространяться на другие вершины.

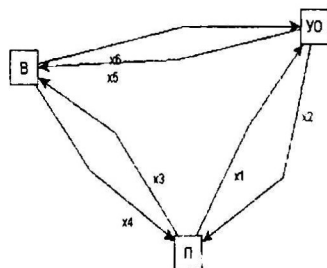


Рис.1. Граф стандартной модели АОС

Предположим, что каждая вершина u_i в ходе импульсного процесса принимает значение $v_i(t)$ в дискретные моменты времени $t = 0, 1, 2, \dots$. Будем считать, что значение $v_i(t+1)$ определяется значением $v_i(t)$ и информацией о том, увеличили или уменьшили свои значения другие вершины u_j , смежные с u_i , в момент времени t .

Для определения значений вершин будем использовать следующую формулу (1):

³ Соловов А.В., Меньшикова А.А. Дискретные математические модели в исследовании процессов автоматизированного обучения // "Информационные технологии", 2001, \No 12 - с.32-36.

$$v_i(t+1) = v_i(t) + \sum_{j=1}^n x(u_i, u_j) p_j(t) \quad (1)$$

$v_i(t)$ – значение вершины u_i в момент времени t в ходе импульсного процесса;

$x(u_i, u_j)$ – вес дуги из вершины u_i в вершину u_j ;

$p_j(t)$ – изменение в вершине u_j в момент времени t .

Исследование таких моделей, экспертный анализ и оптимизация их параметров позволяют более обоснованно подходить к проектированию сценариев учебной работы, планированию различных видов помощи, формулировке требований к структуре учебного материала, определению количества и типов упражнений для его усвоения. Однако, у рассмотренного подхода имеются недостатки:

1. Все параметры модели являются непрерывными величинами, не ограниченными сверху и снизу;
2. Кроме того, в рассмотренной модели предполагается, что “УО” зависит от *изменения* других параметров модели, а не от их текущего состояния. Это может, как будет показано ниже, приводить к нереалистичным результатам;
3. Модель не допускает существование нелинейных зависимостей между параметрами;
4. Нясен смысл областей параметров, в которых импульсный процесс не сходится⁴.

Для устранения этих недостатков мы модифицировали рассмотренную модель⁵ для моделирования дуальной адаптированной обучающей системы (ДАОС). Мы предлагаем рассматривать описанную выше модель АОС как процесс взаимодействия трех конечных автоматов (КА). Дуги графа будут соответствовать входам соответствующих КА, а диаграмма состояний каждого КА будет определять ответ (изменение) параметров в АОС. Таким образом, мы моделируем поведение АОС как вычислительный процесс, реализующийся путем взаимодействия конечных автоматов. Для задания конечного автомата может также быть использованы специальные языки задания конечных автоматов.

Целью построения модели является не точное количественное описание процесса, а качественный анализ возможных вариантов поведения системы. Модели обучающих систем составлялись на основании экспертной оценки, после чего поведение этих моделей исследовалось с помощью моделирования и проверки моделей с помощью средств СТЛ-логики (Computational Tree Logic). Точнее говоря, мы предположили, что все параметры являются целыми числами и могут принимать одно из значений в диапазоне [0..10]. Для того чтобы модель могла реагировать на изменения параметров, мы вводим три дополнительные переменные, сохраняющие предыдущее состояние системы. Правила изменения были установлены таким образом, чтобы соответствовать модели 1 (2):

⁴ Очевидно, что возможно построение АОС в которых параметры реакции например, изменение числа вопросов в ответ на уровень обученности, будут находиться в такой области.

⁵ Описанную выше модель будем в дальнейшем, для краткости, обозначать как модель 1.

$$\begin{aligned}
YO_{i+1} &= YO_i + (B_{i+1} - B_i) + (\Pi_{i+1} - \Pi_i) \\
B_{i+1} &= B_{i+1} + (YO_{i+1} - YO_i) + (\Pi_{i+1} - \Pi_i) \\
\Pi_{i+1} &= \Pi_{i+1} + (YO_{i+1} - YO_i) + (B_{i+1} - B_i)
\end{aligned} \quad (2)$$

В результате анализа поведения данной модели с помощью NuSMV: при начальных параметрах, процесс сходится при $YO=\max$ и остальных параметрах равных 0 (см. рис.2).. Бессмысленность этого результата привела нас к необходимости модификации данной модели.

Мы предположили, что уровень обученности является функцией имеющегося уровня обученности и текущего значения параметров обучения (3):

$$YO_{i+1} = YO_i + (\Pi_i + B_i - T) \quad (3)$$

где YO_{i+1} – новое значение уровня обученности, T – порог, когда подсказки и вопросы начинают оказывать положительное влияние.

Введение данного усовершенствования позволило избавиться от нереалистичной стационарной ситуации, описанной ранее. Однако данная модель при тех же начальных параметрах описывает процесс, в котором значения параметров никогда не сходятся к постоянным. Устранение этого недостатка можно добиться изменением КА «В» (4):

$$B_{i+1} = \begin{cases} B_i + 1; & YO_i < 10 \\ B_i; & YO_i = 10 \end{cases} \quad (4)$$

Но и этот механизм трудно назвать оптимальным, поскольку при этом повышается нагрузка как на преподавателя (значение Π), так и на обучаемого (значение B).

В развитии предыдущей модели, для учета психологического компонента введем в модель четвертый компонент: уровень заинтересованности ($Y3$), формула 5.

$$\begin{aligned}
YO_{i+1} &= YO_i + (\Pi_i + B_i - T) + Y3_i * k_y; \\
Y3_{i+1} &= Y3_i + (B_{ii} - B_i) + (YO_{ii} - YO_i),
\end{aligned} \quad (5)$$

где k_y – коэффициент отражающий степень влияния $Y3$ на YO ($k_y=1,2$); B_n - пороговое значение при котором вклад количества вопросов в $Y3$ становится отрицательным.

Данная модель может объяснить достижение высоких уровней обученности при положительном влиянии $Y3$ на YO . Основной проблемой в этом случае представляется отсутствие средств эффективного управления $Y3$ со стороны

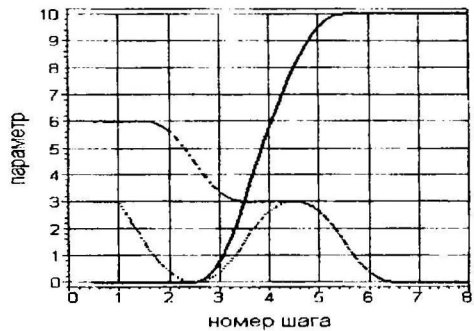


Рис.2. B-сплайновое представление результатов имитационного моделирования стандартной модели: сплошная линия - YO; точечная линия B -; точно-пунктирная - Pi

обучающей системы. Это выражается в невозможности непосредственного получения информации о значении УЗ, а также в отсутствии действенных средств влияния на значение УЗ.

Для создания достаточно полной, адекватной модели АОО необходимо ввести еще пятый конечный автомат, структурированность материала (СМ), которому соответствует еще одна, вершина графа. Структурированность материала может влиять как на УЗ, так и на УО.

В итоге мы модифицировали модель ДАОС и ввели пятый компонент (рис.3), формула 6. На рис.4 приведен один из результатов расчетов по этой модели.

$$УО_{i+1} = УО_i + (П_i + В_i - Т) + УЗ_i * k_y + СМ \quad (6)$$

Проведенный анализ моделей позволил выдвинуть следующую гипотезу:

Зависимость эффективности учебного процесса от параметров АОО и учебного материала качественно различается для студентов с различными типами темперамента.

В настоящее время не существует обучающих систем, учитывающих при выборе параметров обучения тип темперамента. Однако, если рассматриваемая гипотеза является верной, то учет типа темперамента может способствовать повышению эффективности процесса обучения. Для проверки данного предположения в диссертационной работе была разработана (ДАОС), позволяющая учитывать в процессе обучения тип темперамента студента с помощью диаграммы Айзенка психологического тестирования.

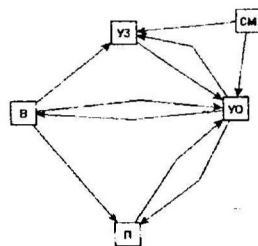


Рис.3. Пятивершинный граф модернизированной модели АОО, учитывающий СМ

Далее на основе методологии Айзенка строится математическая статистическая модель выбора указанных форм в зависимости от психологического типа экзаменуемого.

Четвертая глава «Разработка и реализация ДАОС» посвящена разработке и реализации ДАОС. Представлены разработанные для каждого психологического типа образцы учебных материалов и тестов. Например, для сангвиника учебный материал должен иметь лаконичное содержание; большое количество таблиц, графиков и рисунков; спокойный цвет фона монитора; предусматривать использование сносок;

может содержать сложные задачи, свободный переход от одной темы к другой и т.п.

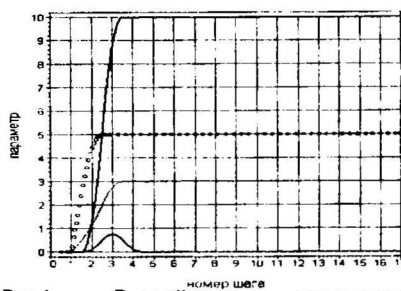


Рис.4. В-слайновое представление результатов имитационного моделирования для модели АОО с пятивершинным графом при заданных параметрах модели $k_y=1$, $СМ=8$: сплошная линия – “УО”; точечная линия – “В”, пунктирная – “П”, ромбики – “УЗ”.

Далее разрабатывается подсистема тьюторов в форме общего алгоритма выполнения тестов и алгоритмов предварительного, текущего, рубежного и экзаменационного тестов. ДАОС разработана на основе программы Visual Basic 2005 на вычислительной платформе .NET Framework и системы управления базы данных на основе объектно-ориентированной системы управления базами данных, db40.

На Рис.5.6 представлена структурно-функциональная организация ДАОС в форме отдельных ее модулей, форм и связей между ними.

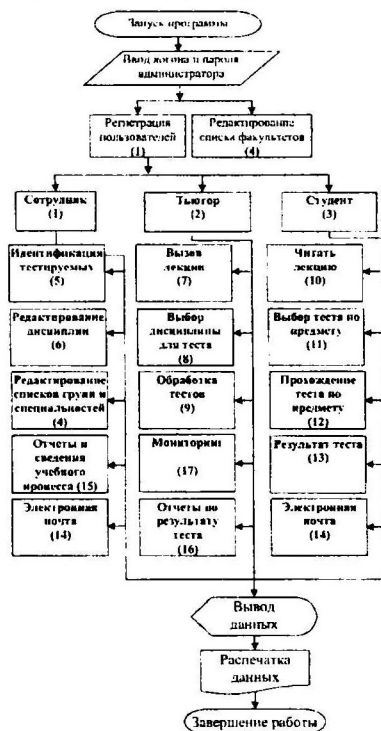


Рис.5. Алгоритм работы ДАОС

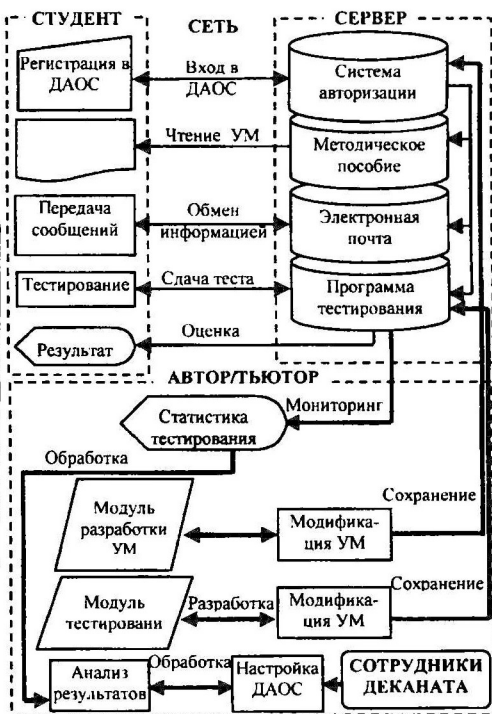


Рис.6. Функции субъектов ДАОС

Экспериментальная проверка эффективности ДАОС проводилась на базе Татарского государственного гуманитарно - педагогического университета (г. Казань). В экспериментах участвовало 52 студента. Студенты были поделены две группы: группу (которая проходила обучение по традиционной методике) и опытную группу, которая проходила обучение с помощью ДАОС. Предварительный тест состоял из 2-х частей (психологической и когнитивной). Психологический тест проводится по методике Айзенка с помощью специально разработанной тестирующей программы. В зависимости от результатов психологического теста студенты получают варианты тестов и проходят когнитивное тестирование. Когнитивный тест состоял из 20 вопросов; общее время теста 1 час.

По итогам предварительного тестирования студентки были условно разделены на четыре группы в соответствии с уровнем начальных знаний (рис.7,8). Кроме того, по результатам предварительного психологического тестирования было выявлена принадлежность студентов к четырем типам темперамента.



Рис.7. Сравнение предварительных результатов испытуемых и контрольных студентов

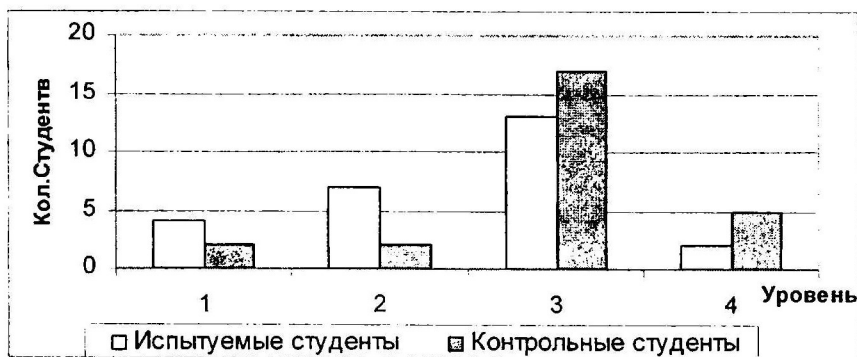


Рис.8. Разделение студентов после предварительного теста

Качественный анализ графиков (Рис.9,10) показывает, что УО студентов групп с высоким уровнем знаний практически не изменялся. Это связано, вероятно, с тем, что эти студенты достигли максимума оценочной шкалы, и разница в получаемых ими результатах обусловлена лишь случайными причинами. В связи с этим интерес для нашего исследования представляют, в основном, студенты первого, самого низкого начального уровня знаний.

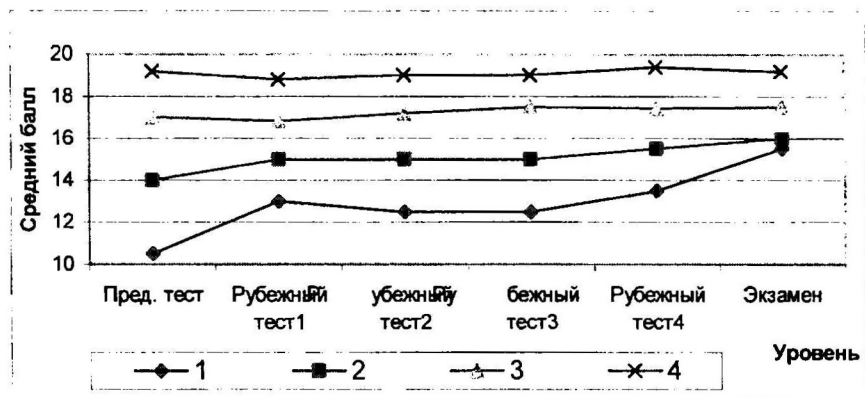


Рис.9. Изменение уровня обученности студентов контрольной группы в ходе курса.

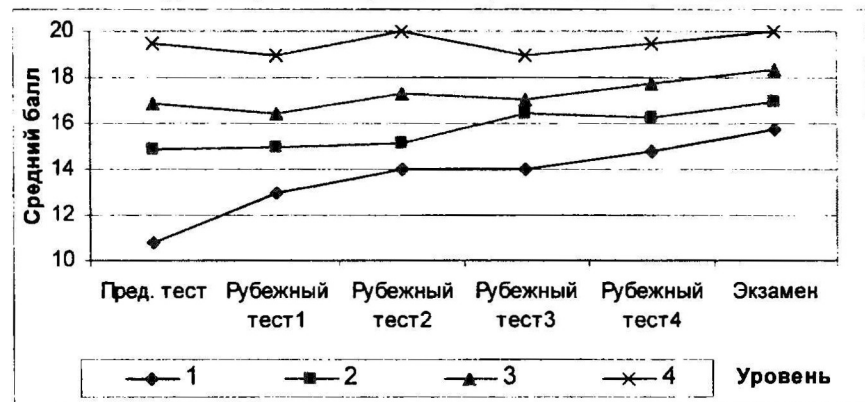


Рис.10. Изменение уровня обученности опытной группы в ходе курса

Общий вид кривой изменения уровня обученности у студентов контрольной группы с уровнем начальных знаний 1 соответствует предсказаниям моделирования, проведенного в главе 3, с учетом уровня заинтересованности. Сначала наблюдается рост уровня обученности, затем спад, и затем снова рост. В той же ситуации у испытуемых студентов период спада отсутствует. Таким образом, полученные данные не противоречат теоретическим предсказаниям, хотя для однозначных выводов имеющихся данных все же недостаточно.

Итоговый результат.

Сравнение итоговых результатов опытной и контрольной группы приведено в табл.2. Сравнение итоговых результатов опытной и контрольной группы, приведены средние баллы и средние увеличение оценки. Достоверные отличия в итоговых результатах обнаружены только у группы с 3-м уровнем начальных знаний.

Необходимо отметить, что 3-я группа уровня знаний является самой многочисленной, как показано на рис.8. Отсутствие значимых результатов в других группах может объясняться малочисленностью выборки, а также тем фактом, что студенты группы с начальным уровнем 4 уже находятся на максимуме возможных баллов, и ощутимый прирост оценки там невозможен.

Таблица 2

Уровень	Контрольная группа	Опытная группа	Среднее увеличение Оценки	Достоверность различий
1	15,5	15,8	0,3	0,49
2	16	17,0	0,8	0,52
3	17,5	18,3	1,0	0,99*
4	19,2	20,0	0,3	0,49

Чтобы полностью исключить возможность влияния разницы начального уровня знаний на результат (т.е. ложное получение достоверных различий в связи с наличием начальной разницы в знаниях), анализировалось также увеличение уровня знаний (разница между результатами начального и промежуточного теста). Эти данные приведены в табл.3. Как видно, в группе 3 по-прежнему имеются достоверные различия, что подтверждает обоснованность сделанного вывода.

Таблица 3

Уровень	Контрольная группа	Опытная группа	достоверность различий
1	5	5	0
2	2	2,14	0,36
3	0,529	1,58	0,998*
4	0	0,5	0,54

Преимущества ДАОС:

- Поддержка семи типов форм заданий;
- Возможность оценки тестирования по трем шкалам;
- Возможность студентам выбирать порядок форм заданий теста.
- Выдача статистической информации о процессе тестирования;
- Жесткое разделение тестируемых на 4 группы, соответственно психологическому статусу (темпераменту) студентов;
- Гибкий и удобный интерфейс для проведения тестирований;
- Отсутствие ограничений на длину тестов, количества вопросов и вариантов ответов на них;
- Возможность встроенного текстового редактора свободного обмена текстами с MS WORD через стандартный буфер обмена Windows;
- Возможность для преподавателя сопровождения каждого вопроса подсказкой, которая может быть использована при необходимости во время тестирования и др.

В заключении сформулированы основные результаты диссертации.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДИССЕРТАЦИИ

1. С помощью созданных методов и средств в программном пакете NuSMV (символьном верификаторе моделей) проведено имитационное моделирование математических моделей АОС и установлено, что стандартные математические модели АОС недостаточно адекватно моделируют учебный процесс;
2. Предложена и исследована полная математическая модель АОС, в которой дополнительно учитываются психологический фактор;
3. На основе методики Айзенка разработана статистическая психологическая модель обучаемых, позволяющая определять оптимальные формы учебного материала и тестирования для конкретных типов темперамента обучаемых;
4. На основании предложенных алгоритмов и математической модели создан программный комплекс "Дуальная автоматизированная обучающая система", реализующий обучение в Сети;
5. Проведена экспериментальная проверка эффективности созданного программного комплекса на базе Татарского государственного педагогического университета (г. Казань). Результаты проверки показали, что ДАОС позволяет достигнуть лучшего качества обучения по сравнению с традиционной методикой.

Приложение А содержит авторскую библиотеку программных процедур для компьютерной обработки результатов имитационного моделирования с помощью В-сплайновых процедур и графического компьютерного представления результатов в системе компьютерной математики.

Приложение В содержит авторские программные процедуры для математического моделирования психологических типов, выбора форм учебного материала и тестов и графического представления результатов моделирования в системе компьютерной математики.

В Приложении С подробно описаны модули разработанной обучающей программы. В этом Приложении также содержатся фотографии всех окон работающей программы ДАОС.

В Приложении Д содержится список аббревиатур, использованных в диссертации.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

В научных журналах, рекомендованных ВАК

1. Халед Каид Али. Математическая модель дуальной системы тестирования в режиме e-learning. // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. Казань: 2007. № 4. С. 65-69.

В других научных журналах и материалах научных конференций

2. Галеев В.Н., Нигматов З.Г., Ali Khalid. Дуальное тестирование в системе e-learning. // XVI Международная конференция. "Информационные технологии в образовании", Часть V. М.: Изд-во ВВИА им. Жуковского, 2006, -С. 135-136.
3. В. Галеев, Али Халед, Р. Галеева, Л. Салехова. Перспективы формирования системы дистанционного образования в ТГГПУ с учетом многоплатформенности решений. // Информационные ресурсы России. М.: 2007, Вып. 2, -С. 29-34.
4. Али Халед Каид. Построение математической модели дуальной системы тестирования для проверки знаний студентов ВУЗа. // VI молодежная школа-конференция труды математического им. Н.И. Лобачевского, Том 36, 2007, Казань:- Изд-во Казанского математического общества, -С. 13-16.
5. Али Халед Каид. Дуальная система тестирования с учетом типа темперамента личности. // Международная научно-практическая конференция "Новые информационные технологии в образовании". Екатеринбург: Изд-во АМБ, 2008, - С. 107-108.
6. Али Халед Каид. Моделирование процесса электронного обучения системой взаимодействующих конечных автоматов. // Международная научно-практическая конференция "Новые информационные технологии в образовании". Екатеринбург: Изд-во АМБ, 2008, -С. 108–109.

Подписано к печати 29.04.2008 г.

Печать ризографическая.

Тираж 100 экз.

Заказ № 52

«Деловая полиграфия»

Свидетельство № 27274 (16:50:04) от 23.05.2002 г.

420043, г. Казань, ул. Московская, 53; тел. (843) 292-08-43

102